©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Beiträge zur Sedimentpetrographie der Grazer Umgebung III.

Von Josef Hanselmayer, Graz

(Vorgelegt in der Sitzung am 12. März 1953)

Die Tonsandsteine von der Thaler-Mühle.

Im Grazer Paläozoikum sind im hohen Niveau des „Korallenkalkes", der zwischen den Pentamerusbänken (Mitteldevon) im Hangenden und den dunklen unterdevonischen Dolomiten im Liegenden vorkommt, Sedimentbänke mit teils überwiegend toniger, teils sandiger oder karbonatischer Natur eingeschaltet. Da dieselben schon rein makroskopisch große Verschiedenheiten aufweisen, sollen in folgender Studie die Ergebnisse gesteinskundlicher Untersuchungen einiger dieser nicht fossilbelegten, aber doch von unten angegebenen Autoren mit Chonetenschiefern parallelisierten Gesteinen gebracht werden.

Das Vorkommen von Choneten-führenden Gesteinen in der Umgebung von Graz ist seit rund 100 Jahren bekannt. Schon Rolle (8, 1856) erwähnte die großen Fossilfundorte, wie z. B. südlich des Plabutschgipfels, am Gaisbergsattel und bei Seiersberg. Stur (10, 1871, S. 127/128) gibt folgende Chonetenfundpunkte an:

1. .... in dem ersten Seitengraben, der von Westen her in das Göstinger Tal, aus dem westlich liegenden tertiären Gebiet, einmündet..." „...und ein zweiter Brachiopode, den Rolle außerdem noch am Gaisberg gefunden hat und der nach der Bestimmung F. Roemers der Gattung Chonetes angehört."
2. „...die großen Kalksteinbrüche auf dem Sattel des Gaisberges..." „Außerdem erscheint nicht selten der schon vom Plabutsch erwähnte Chonetes sp., zahl eich auf einer Platte. die vorliegt, erhalten, doch nur teilweise durch Verwitterung entblößt."
3. „...zu Seiersberg Straßgang S. Hier wird in mehreren Brüchen ein blau schwarzgrauer, feinkörniger Dolomit gewonnen ..." „Außer den Crinoiden erscheinen einzelne Calamoporen und Spuren von Brachiopoden (Chonetes)."
4. „...auf einem Stück im rötlichen Kalk, der die Zwischenräume zwischen den Korallenstöcken ausfüllt, mehrere Bruchstücke der Chonetes sp. vom Gaisberge..."

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Weiters berichtet Stache (9, 1874) über Choneten-führende Schiefer und über rötliche bis gelbe, unvollkommen schieferige Mergellagen mit Choneten. Auch Frech (2, 1887) und Vacek (11, 12, 1891, 1907) erwähnen mit wenigen Worten Chonetenschiefer.

In den letzten Jahrzehnten wurden nur an einer Stelle (erst seit kurzem auch an einer zweiten Stelle, siehe Murban weiter unten) fossilbelegte Chonetenschiefer gefunden, und zwar am Jägersteig beim Gaisbergsattel. F. Heritsch (4, 1935, S. 193/194) beschrieb die diesbezügliche Fauna, enthalten in „schwarzen Tonschiefern von geringer Mächtigkeit". Es liegt Oberkoblenz vor, siehe auch (5). Kuntschnig (6) bezeichnete diese Tonschiefer als grau und bezieht sich im übrigen auf F. Heritsch. Das ist aber alles, was über die Chonetenschiefer in petrographischer Hinsicht geäußert wurde.

Chemismus und Petrographie der Chonetenschiefer vom klassischen Fundort am Gaisberg werden im Beitrag IV zur Sedimentpetrographie der Grazer Umgebung gebracht werden. Um die Unterschiede zu den in dieser Studie bearbeiteten Gesteinen aufzuzeigen, sei kurz dargelegt: Die Chonetenschiefer des Gaisberges sind im trockenen Zustand mausgrau, mild schimmernd, ebenflächig mit einem prächtigen s und werden durch mehrere Klüftungen in scharf polygonale Platten zerhackt. Beim Handstückschlagen erhält man immer wieder Stücke von 1,2, 1,5, 1,7, 2,0 und 2,5 cm Dicke. Es gibt also in diesem Gestein eine streng rhythmische Wiederholung von leicht mechanisch lösbaren s-Flächen in diesen Abständen, die sich von anderen parallelen abheben. Diese anderen sind überaus engscharig, aber weniger leicht auslösbar. Sie stehen nur in Papierdicke voneinander ab. Man kann sie nicht in so großer Ausdehnung glatt erhalten als die früher genannten s-Flächen erster Ordnung; und diese tragen die Ocherbestege und bedeuten Fossilbetten für sehr zahlreiche Individuen. Dieses Gestein gehört eindeutig zu den Tonschiefern.

Vom Jägersteig hangabwärts, an der Abzweigung der Straße die nach Baierdorf führt, findet sich jenseits des Gaisbergsattelbruches die Fortsetzung dieses Tonschiefers mit den gleichen Fossilien und derselben Petrographie.

In jüngster Zeit fand K. Murban Chonetenschiefer am Fuße des Kleinen Frauenkogels bei Gösting im Korallenkalk eingelagert. Die Faunenbearbeitung wird von ihm in Kürze erfolgen. Dieses Gestein ist braungelb, bricht dünnplattig und weist einen reichen Fossilinhalt auf. Die papierdünnen, weißen calcitischen Schalenreste auf den flachen Steinkernen heben sich deutlich vom Gesteinsgewebe ab. Die Chonetenreste sind meist um 3 cm

lang, 2 cm breit und etwa 5 mm dick. Die Reliefgebung an den Bruchflächen erfolgt durch die gewölbten Flächen dieser Brachiopoden bzw. durch die Eintiefungen, die deren Ausbruch verursacht hat. Zum Unterschied von den Gaisberg-Chonetenschiefern sind also hier die Chonetenschalen noch weiße Kalksubstanz, wogegen sie am Gaisberg völlig durch rostrotes Brauneisen ersetzt sind. Gleichzeitig änderte sich der ganze Ablagerungscharakter. Die fossilreichen Schichten sind in diesem Gestein des Frauenkogels keine Tonschiefer, sondern sie bestehen aus einem außerordentlich ungleichkörnigen Kalkschiefergewebe, mit dem allerdings sandig-tonige karbonatarme Partien verbunden sind; es scheint sich um Schichtwechsel zu handeln.

1. Tonsandstein von der Thaler-Mühle.

In der geologischen Karte des Plabutsch-Kollerkogel-Bergzuges zeichnete Kuntschnig (6) im Südosthang des Madersberges eine Lage von Chonetenschiefern ein. Er spricht S. 118 von dunklen, nicht fossilbelegten Tonschiefern. Diese Gesteinslage erwähnt auch F. Heritsch (4, 5). Da diese „Chonetenschiefer" schon makroskopisch ganz anders aussehen als die Chonetenschiefer vom klassischen Fundort am Gaisberg, schien eine petrographische Bearbeitung unbedingt am Platze.

Gleich an der Straße nach der Thaler-Mühle, etwa 80 Schritte bachaufwärts vor dem großen Steinbruch, sind im Hang des Madersberges diese Gesteinslagen gut aufgeschlossen. Sie sind dem Dolomit, der hier den Korallenkalk vertritt, eingelagert. Der fragliche „Chonetenschiefer" ist grau und überaus feinkörnig. Der Hammerschlag verursacht quadrig dickplattiges Format, stets mit gut betonter s-Fläche, die in Abständen von etwa 10 cm auch als Schichtfuge auftritt. Eingeschachtelt erscheint dazu parallel eine Unterteilung in mikroskopisch dünne Schichtfolgen. Querbruch und Längsbruch sind gleich gut entwickelt. Das Gestein ist ziemlich fest, Kornsorten sind mit dem freien Auge nicht erkennbar. Schon vor Jahren sammelte F. Angel an dieser Örtlichkeit ein Handstück und verleibte es mit der Bezeichnung „Tonsandstein" der Sammlung des Min. Petrogr. Institutes der Grazer Universität ein.

Mineralbestand

Quarz: Abgerollte Körner und scharfe Splitter mit Begrenzung durch muscheligen Bruch, oder im Falle der Abrollung mit mikroskopisch feinen Zähnchen und Zacken an der rundlichen Oberfläche; fast immer einschlußfrei, ein einziges Korn mit graphitischem si, ganz wenige Splitter mit leicht undulöser Auslöschung.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Korngrößen zwischen 0,16 mm und 0,04 mm, Feinsand (Correns) bzw. Silt (Fischer) entsprechend.

Pyrit: Unzersetzt, in Körnergruppen, manchmal noch pentagondodekaedrische Begrenzungen zeigend, Durchmesser annähernd 0,02 bis 0,05 mm, ausnahmsweise auch bis 0,11 mm.

Schwermineralien: Bräunlichrosa Granat, grüner und brauner sowie honiggelber Turmalin, graugelbe Epidote, brauner Orthit, farbloser Zirkon und farbloser Apatit, alle in abgeschliffenen Rollformen mit Korngrößen von 0,04 bis 0,02 mm (Feinsand, Correns).

Serizit in zwei Generationen. Die größere davon kommt in Gestalt ausgefranster und angerissener Schuppen von gleicher Größe wie die Quarze vor, Tafeldurchmesser 0,05 bis 0.11 mm, bei Dicken von 0,03 bis 0,01 mm. Die zweite Generation hält sich in Korngrößen, bei denen schon der Tafeldurchmesser bloß 0,001 bis höchstens 0,002 mm ist, vielfach aber noch etwas kleiner, deutlich unter 0,001 mm abzuschätzen (Korngrößengruppe: Feinton nach Correns). Bei den größeren Querschnitten beobachtet man deutlich das Moiré, nur bei den allerkleinsten ist das nicht mehr möglich. Dabei kann man bei allen Größen dieselbe Doppelbrechung feststellen, die nahe an 0,040 liegt. Die Spaltung ist scharf gezeichnet, die elastischen Eigenschaften nach Glimmerart ausgeprägt.

Zusammensetzung:

Die optische Analyse führte auf:

Quarz (Silt)	14,4 %
Serizit (Silt)	14,0 %
Pyrit (siltig)	4,8 %
Schwermineralien (Silt)	1,0 %
Serizit-Grundkitt (Feinton)	65,8 %
	100,0 %

Als petrographische Bezeichnung des Muttersedimentes wäre demnach zu wählen:

Pyritführender Serizitton mit Quarz-Serizit-Silt.

Struktur: Die Struktur ist durchwegs klastisch, die Textur schichtig. Im Dünnschliffausmaß wechseln feinste, mit Silt schwächer beschickte serizitische Feintonmassen, in denen der Korndurchmesser des Grundkittes auf unter Mikrongröße herabgeht, mit gröber gekörnten und reichlicher siltdurchsetzten Schichten. In jeder solchen Feinschicht von 1,2 bis 3,0 mm Dicke — dann

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

folgt auch einmal eine Schichte von fast 10,0 mm Mächtigkeit — hat man basal eine gröbste, lichte Schichte, die allmählich feiner wird und in die hangendste Schichte übergeht, welch letztere wegen der Kornfeinheit trüb und kaum auflösbar erscheint. Dann folgt zur nächsten Grobschichte ein jäher Wechsel. Der Bildungsrhythmus des Sedimentes ist also unverwischt erkennbar.

Merkwürdig ist die große Reinheit des Serizitfilzes, in dem weder kleine Quarze noch irgendwelche andere Kornsorten als nur Serizit erkennbar sind. Tonmineralien i. e. S. waren nicht erkennbar. Unter den Schwermineralien vermißt man Hornblende, Biotite und Pyroxene, die ansonsten in solchen Gesteinen häufig sind. Dagegen fällt die relative Häufigkeit von Turmalin auf. Andererseits fehlen Feldspäte. Die Schichtungsart weist weniger auf äolische Einstreuung hin. Eher ist eine solche fluviatiler Art in küstennahe Gewässer anzunehmen.

Das Ursprungsmaterial? In Frage kämen Serizitporphyroide bis Orthoserizitschiefer, aber auch Phyllite und Quarzite in Zusammenwirkung. Das Gestein gehört dem Devon an. Seine Herkunft aus Quarzkeratophyren (Porphyroiden) bzw. deren Metamorpha (Orthoserizitschiefer) ist nicht auszuschließen, denn deren Metamorphose kann ja vorvaristisch sein.

Der Mangel an Tonschiefernädelchen (Rutil) und graphitischem Pigment spricht wiederum wenig für eine Herkunft aus einer Phyllit-Quarzitserie.

Dann könnte noch der Abtrag von Hellglimmerschiefern eines ältesten Kristallins (Koralpe) ins Auge gefaßt werden. Dort gibt es tatsächlich entsprechende Hellglimmerschiefer mit reichlichem hellen Glimmer und Quarz, Granat und buntfarbigen Turmalinen. Gleinalmkristallin kommt aber wegen des Alters auch nur mit Vorbehalt in Frage. Für Ableitung aus dem Koralpenkristallin spricht auch der Kornbestand der Dolomitsandsteine des Unterdevons unseres Plabutschzuges, der Material aus Koralpen-Pegmatiten enthält, wie von Angel (1) gezeigt worden ist. In ihrer Gesellschaft gibt es aber auch muskowitische granatarme Glimmerschiefer.

2. Dolomitischer Tonsandstein aus dem Madersberg-Steinbruch bei der Thaler-Mühle.

In einer nicht veröffentlichten Dissertation hat Josef Giptner (3) u. a. auch dieses Gestein, das aus dem Steinbruch am Südfuß des Madersberges, gleich westsüdwestlich der Thaler-Mühle stammt, petrographisch und chemisch bearbeitet. Nach A. Kuntschnig (6) liegen in diesem Steinbruch die Pentamerus-

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

schichten (unterstes Mitteldevon). K. Metz beschrieb aus stark pyritisierten, graphitischen, schwarzen, kalkigen Schiefern, die am östlichen Rande desselben Steinbruches, fast an dessen Basis liegen, den Fossilinhalt. Dieser ist nach Metz (7) als Mischfauna zwischen oberstem Unterdevon und unterstem Mitteldevon anzusehen.

Die annähernd 1 m mächtige Bank dieses dolomitischen Tonsandsteines überlagert diskordant einen dunkelgrauen und weiß gebänderten Liegenddolomit. Im Hangenden befindet sich ein bräunlichgrauer Dolomit. Nach Giptner wäre sein Tonsandstein wahrscheinlich identisch mit dem von Kuntschnig genannten Tonschiefer des Liegenden.

Der dolomitische Tonsandstein ist ein Millimeterrhythmit (Sander) mit dichtem Gefüge bei planparalleler weißgrauer und graublauer Schichtung. Die dunklen Schichten sind etwas dicker als die hellen. Das Gestein hat nahezu ebenplattigen Bruch; mit der Lupe sind auf allen Bruchflächen winzige kleine Pyrite zu sehen.

Dünnschliff: Nach Giptner liegen in einem Grundgewebe, das quantitativ den größten Teil des Gesteins bildet, Quarz-, Pyrit- und Muskowitkörner eingebettet.

Kornsorten: Quarz Körner mit zersägtem Rand, Durchmesser von 0,002 bis 0,1 mm.

Muskowit in denselben Größen wie Quarz, in das „s" des Gesteins mit (001) eingelagert.

Dolomit in Rhomboederform, Durchmesser von 0,008 bis 0,004 mm.

Pyrit (100), Einzelkristalle und kleine Kristallgruppen mit Durchmessern von unter 0,002 bis 0,1 mm. Der Pyrit in so feiner, gleichmäßiger Verteilung kann in diesem Falle Ursache der blauen Gesteinsfärbung sein. Dafür spricht, daß außer ein paar Glaukonitkörnchen kein anderer möglicher färbender Gemengteil zu sehen ist. Dafür spricht ferner Giptners Angabe, er habe bei der optischen Analyse eines Schliffes den Pyrit weitaus (etwa ums Vierfache) überschätzt. Darin zeigt sich die intensive optische Wirkung solcher fein verteilter kleinen Partikelchen.

Tonsubstanz als wesentlicher Anteil am Grundkitt, hauptsächlich Quarz und Alkaliglimmer in Feinton- und Grobtonkörnung.

Außerdem finden sich noch wenige Körner von Kryptoperthit, einige Körner Glaukonit (Durchmesser von 0,043 bis 0,025 mm) und vereinzelt Zirkon (Durchmesser = von 0,09 mal 0,03 mm).

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Dolomitischer Tonsandstein
Madersbergsteinbruch Thaler-Mühle:
Analytiker: J. Giptner.

SiO_2	50,89	Gew. %
TiO_2	0,22	
Al_2O_3	8,27	
Fe_2O_3	1,77	
FeO	0,09	
MnO	Spur	
MgO	7,07	
CaO	11,63	
Na_2O	0,29	
K_2O	2,36	
CO_2	14,75	
P_2O_5	0,15	
S	1,49	
H_2O+	1,55	
H_2O-	0,14	
Summe	100,67	

Gesteinswerte nach F. Becke:
Berechnung: J. Giptner.

Si	57,5	or	1,98
U	24,5	ab	0,31
L	18,0	an	7,91

Durchschnittsplagioklas = 97,5 % An.
S = 62,7

Gesteinswerte nach P. Niggli:
Berechnung: J. Giptner.

si	165,0	k	0,86		
al	15,7	mg	0,88	s	8,93
fm	38,4	ti	0,38	qz	+42,2
c	40,2	co_2	65,0		
alk	5,7				

Mineralbestand in Vol. %:
Dolomitischer Tonsandstein, Madersbergsteinbruch bei der Thaler-Mühle.
Berechnung: J. Giptner.

Dolomit	24,74	Grundkitt	80,7
Kalkspat	5,76		
Chlorit (Sheridanit)	4,4		
Kalifeldspat	3,8		
Muskowit	16,3		
Quarz	25,7	Gesamtquarz	41,5
Quarz	15,8		
Muskowit	1,0		
Pyrit	1,8		
Rutil	0,6		
Apatit	0,1		
Summe	100,0		

Das Karbonat baut sich aus 62,9% $CaCO_3$ und 37,1% $MgCO_3$ auf. Daraus ergibt sich das bezügliche Verhältnis von 81,1 Teilen Dolomit zu 18,9 Teilen Kalkspat.

Zusammenfassung.

Verschiedene nicht fossilbelegte Gesteine der näheren Umgebung von Graz wurden von mehreren Autoren (3, 4, 5, 6) mit

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Chonetenschiefern parallelisiert, einige dieser Gesteine sogar direkt als Chonetenschiefer bezeichnet. So hat z. B. Kuntschnig (6) in seiner geologischen Karte des Bergzuges Plabutsch-Kollerkogel das erste in dieser Studie beschriebene Sediment als Chonetenschiefer eingetragen. Auch F. Heritsch erwähnt (5, S. 379) „das Profil der Wechsellagerung von Chonetenschiefer und Dolomit" bei der Thaler-Mühle.

Bezüglich der nicht fossilführenden „Chonetenschiefer" der Thaler-Mühle ist nun zu bemerken, daß sie sich petrographisch von den fossilbelegten Chonetenschiefern sehr deutlich abheben. Nur einer von ihnen liegt zudem im Niveau der Chonetenschiefer, das ist der Liegend-Tonsandstein ohne Karbonat; der andere schließt sich diesem zwar in Hinsicht auf Körnung und eines Teiles seines Kornsortenbestandes an, unterscheidet sich von ihm aber durch einen wesentlichen Karbonatgehalt, und außerdem durch seine geologische Position im Hangenden der tektonisch sehr zerlegten und verformten Serie der Vertretung des Pentameruskalkes im Madersbergsteinbruch bei der Thaler-Mühle. Beide Gesteine sind übrigens außerdem keine Schiefer, sondern Sedimente mit unverwischter Rhythmik.

Die Verwandtschaft innerhalb dieser zwei Gesteine liegt darin, daß in beiden Quarz und Muskowit bzw. Serizit Hauptgemengteile sind, welche namentlich den Feinton aufbauen und ungefähr in denselben Größenordnungen auftreten. Auch bezüglich Pyrit ist Verwandtschaft zu konstatieren. Hingegen verraten die beobachteten „Schwermineralien" eine verschiedene Herkunft, denn im Giptnerschen dolomitischen Tonsandstein kommen nur Chlorit und etwas Zirkon vor, in dem von mir bearbeiteten Sediment treten aber Granat, Turmalin, Epidot, Zirkon, Orthit und Apatit auf. In diesem Falle kann man also auch sagen, daß nach dem Kornbestand der Tonsandstein von der Thaler-Mühle und der dolomitische Tonsandstein aus dem Madersberg-Steinbruch dermaßen voneinander abweichen, daß man sie weder untereinander noch mit Chonetenschiefern parallelisieren kann.

Im petrographischen Sinne sind die betreffenden Gesteine wie folgt zu bezeichnen:

1. Der Chonetenschiefer vom Gaisberg als Tonschiefer,
2. der Chonetenschiefer vom Frauenkogel als Kalkschiefer, mit geringem Anteil an sandig-tonigen Lagen,
3. das von mir bearbeitete Gestein von der Thaler-Mühle als Tonsandstein und
4. das Gestein aus dem Madersberg-Steinbruch als dolomitischer Tonsandstein.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Diesen Gesteinen (Ausnahme: Dolomitischer Tonsandstein vom Madersberg-Steinbruch, der im Pentameruskalk-Schichtkomplex liegt) ist dasselbe stratigraphische Niveau gemeinsam. Die Sedimentationsbedingungen zeigen hingegen klare Unterschiede. Aus dieser Studie ergibt sich daher, daß der Begriff Chonetenschiefer kein petrographischer ist, sondern rein stratigraphische Bedeutung hat. Allerdings drängt sich die Frage auf, ob es überhaupt vorteilhaft ist, alle diese petrographisch so verschiedenen Gesteine, auch die nicht fossilbelegten, als Chonetenschiefer zu bezeichnen.

Kollegen Prof. Dr. J. Giptner möchte ich herzlichst dafür danken, daß er mir die Erlaubnis gab, die bisher noch nicht veröffentlichten Ergebnisse seiner Untersuchungen des dolomitischen Tonsandsteines aus dem Madersbergsteinbruch in diese Studie einzubeziehen.

Literaturverzeichnis.

1. Angel Franz, Dolomitsandsteine des Grazer Paläozoikums. Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark, Bd. 64/65 (1929), S. 136—149.
2. Frech Fr., Über die Altersstellung des Grazer Devons. Mitt. Naturw. Ver. Steiermark, 24. Heft (1887), S. 47—64.
3. Giptner Josef, Chemisch-petrographische Untersuchungen an Ostalpengesteinen. Ein Beitrag zur Kenntnis der Beziehungen heteromorpher Gesteine. Diss. Univ. Graz 1940, S. 1—164. Unveröffentlichtes Manuskript.
4. Heritsch Franz, Oberstes Unterdevon und unteres Mitteldevon bei Graz. Sitz.-Ber. Akad. Wiss. Wien, math.-nat. Kl., Abt. I, Bd. 144, H. 5 u. 6, 1935, S. 187—197.
5. Heritsch Franz und Kühn Othmar, Die Stratigraphie der geologischen Formationen der Ostalpen. Bd. 1: Das Paläozoikum von Franz Heritsch. Berlin, Bornträger 1943, S. 1—681.
6. Kuntschnig Alois, Geologische Karte des Bergzuges Plabutsch—Kollerkogel. Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark, Bd. 74 (1937), S. 114 bis 132.
7. Metz Karl, Beiträge zur Devonfauna im Grazer Paläozoikum. Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark, Bd. 67 (1930), S. 116—120.
8. Rolle Friedrich, Geologische Untersuchungen in dem Theile Steiermarks zwischen Gratz, Obdach, Hohenmauthen und Marburg. Jb. Geol. Reichsanstalt, Wien 1856, S. 219—249.
9. Stache Guido, Die paläozoischen Gebiete der Ostalpen. Jb. Geol. Reichsanstalt, Wien 1874, S. 135—272.
10. Stur D., Geologie von Steiermark. Graz 1871, S. 1—654.
11. Vacek M., Über die geologischen Verhältnisse des Grazer Beckens. Verh. Geol. Reichsanstalt, Wien 1891, S. 41—50.
12. — Weitere Bemerkungen zur Geologie des Grazer Beckens. Verh. Geol. Reichsanstalt, Wien 1907, S. 159—192.